

XXI JORNADAS DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PALEONTOLOGÍA

GESTIÓN E INVESTIGACIÓN DE LA
PALEONTOLOGÍA EN EL SIGLO XXI

Sevilla
4-8 de octubre de 2005

LIBRO DE RESÚMENES

y Simposios de los
Proyectos PICG 493, 499 y 503

ANÁLISIS ISOTÓPICOS ($\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}_{\text{CO}_3}$) EN FÓSILES DEL PALEOCENO BASAL DE LA FORMACIÓN TREMP (LLEIDA): IMPLICACIONES PALEOAMBIENTALES

Domingo Martínez, L.¹; Soler-Gijón, R.^{1,2} y López-Martínez, N.¹

¹ Dept. Paleontología, Facultad CC. Geológicas, Universidad Complutense, 28040 Madrid, España

² Institut für Paläontologie, Museum für Naturkunde der Humboldt Universität zu Berlin, Invalidenstrasse 43, D-10115 Berlin, Alemania

La Formación Tremp (Campaniense-Thanetiense), situada en la unidad Surpirenaica Central (Lleida), está constituida por depósitos de transición arcillosos de facies de llanura costera mixta, intercalaciones de canales fluviales y carbonatos lagunares. El nivel de Fontllonga 3 (Daniense basal) se encuentra a techo del cron 29r muy próximo al límite Cretácico/Terciario, que aflora en dicha zona en facies continentales (López-Martínez *et al.*, 1998). En este trabajo se han realizado una serie de análisis isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}_{\text{CO}_3}$ en diversos fósiles de este nivel, con el fin de obtener información paleoambiental de este crítico periodo. Los fósiles (paleoindicadores) a partir de los que se han obtenido los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}_{\text{CO}_3}$ en Fontllonga 3 son los siguientes: carofitas (girogonitos), gasterópodos (conchas), ostrácodos (valvas, articuladas y desarticuladas) y peces lepisosteiformes (vértebras y escamas), osteoglosiformes (escuámulas) y picnodontiformes (dientes vomerianos y faríngeos). En general, los valores isotópicos son bastante homogéneos. $\delta^{13}\text{C}$ se sitúa en un rango de variación de entre -7,91‰ y -9,51‰ (PDB), mientras que los valores de $\delta^{18}\text{O}$ presentan un rango de -4,17‰ a -5,91‰ (PDB). Se observan, sin embargo, algunos valores anómalamente bajos como aquellos mostrados por la ganoina de lepisosteiformes ($\delta^{13}\text{C} = -10,24\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O} = -13,81\text{‰}$) y las escuámulas de osteoglosiformes ($\delta^{13}\text{C} = -11,18\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O} = -10,83\text{‰}$) y en menor medida por los dientes faríngeos de picnodontiformes ($\delta^{13}\text{C} = -9,04\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O} = -8,45\text{‰}$) (valores PDB). López-Martínez *et al.* (1998) realizaron un estudio isotópico en la misma serie sobre otros tipos de muestras (paleosuelos, oncolitos, margas y calizas). Sus resultados difieren ligeramente de los obtenidos en el estudio que nos ocupa, lo que puede ser debido en parte al denominado "efecto vital" (fraccionamiento biológico del isótopo, específico de cada taxón).

Las ecuaciones que relacionan temperatura y $\delta^{18}\text{O}$ del agua para los carbonatos presentan la siguiente forma:

$$t = a + b (\delta^{18}\text{O}_{\text{CO}_3} - \delta^{18}\text{O}_w) + c (\delta^{18}\text{O}_{\text{CO}_3} - \delta^{18}\text{O}_w)^2$$

donde t es la temperatura en °C, $\delta^{18}\text{O}_{\text{CO}_3}$ es el valor isotópico del oxígeno del carbonato de la muestra analizada, $\delta^{18}\text{O}_w$ es el valor isotópico del oxígeno del agua y a , b y c son constantes. Se aprecia que en esta ecuación existen dos incógnitas: la temperatura y el $\delta^{18}\text{O}$ del agua, por lo que será necesario presuponer el valor de alguna de las dos. Lo más sencillo es partir de datos de paleotemperaturas para el Daniense e inferir el valor del agua. Wolfe & Upchurch (1987) indicaron un valor medio anual de temperatura de alrededor de 27°C para una latitud de 30°N, similar a Fontllonga 3, a partir de datos de plantas. Es importante notar que los osteoglosiformes, abundantes en Fontllonga 3, habitan en la actualidad en aguas con temperaturas medias anuales de 27°C a 30°C (Johnels, 1954; Lowe (McConnell, 1964) lo que apoya los datos paleobotánicos. Se ha tomado un rango de temperaturas para nuestro estudio de 20°C a 35°C, con el que se ha obtenido un rango de $\delta^{18}\text{O}_w$ de entre -1‰ y -4‰ (SMOW), congruente con aguas de un ambiente de transición marino-continental del que proceden las muestras.

Para obtener una interpretación paleoclimática de estos valores hay que tener presente el denominado "amount effect" (Dansgaard, 1964), fenómeno que afecta el modo en que la temperatura y la humedad influyen sobre $\delta^{18}\text{O}$ del agua superficial. En condiciones normales hay una relación lineal, de manera que a menor temperatura y mayor pluviosidad corresponden valores de $\delta^{18}\text{O}$ del agua superficial más bajos, e inversamente, en situaciones de alta temperatura y baja pluviosidad se producen valores mayores de $\delta^{18}\text{O}$. Sin embargo, al superar una temperatura umbral (establecida en 20°C; ver Higgins & MacFadden, 2004 y referencias allí citadas), no sólo no se produce un enriquecimiento de ^{18}O , sino que incluso se produce una inversión en la relación lineal normal. En esas condiciones, la pluviosidad pasa a ser el factor más influyente en el $\delta^{18}\text{O}_w$, de manera que si las precipitaciones son muy altas el "amount effect" se verá reforzado, mientras que una mayor aridez puede contrarrestar el empobrecimiento de $\delta^{18}\text{O}_w$. En el caso que nos ocupa los valores isotópicos de $\delta^{18}\text{O}_w$ obtenidos no son excesivamente bajos aún cuando se ha superado la temperatura umbral, encontrándose próximos al valor isotópico del agua del océano (-1‰ (SMOW)). Dado que existen evidencias de condiciones dulceacuícolas o de baja salinidad (presencia de carofitas, contenido polínico; ver Mayr *et al.*, 1999), este hecho sólo puede ser explicado por la existencia de bajas precipitaciones en ese momento. Por tanto, el período en el que se desarrollaron los organismos de Fontllonga 3 podría haber coincidido con uno de los períodos más secos propuestos recientemente por Adatte *et al.* (2002) quienes realizaron un estudio sobre la posición del nivel del mar y la tasa de humedad en el Tethys en torno al límite K/T y observaron una alternancia en el clima entre condiciones húmedas y cálidas y condiciones estacionales más secas. Los fósiles de plantas terrestres de niveles próximos indican clima subtropical con marcada estacionalidad (López-Martínez *et al.*, 1999), compatible con las condiciones climáticas relativamente áridas deducidas de los valores isotópicos obtenidos.

Agradecimientos

El presente estudio es resultado del proyecto BET2002-1430 (Ministerio de Ciencia y Tecnología). Expresamos nuestro agradecimiento al Dr. Clemente Recio Hernández, director del Servicio General de Análisis de Isótopos Estables (Universidad de Salamanca).

Bibliografía

- Adatte, T.; Keller, G.; Stinnesbeck, W. 2002. Late Cretaceous to early Paleocene climate and sea-level fluctuations. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, **178**: 165-198.
- Dansgaard, W. 1964. Stable isotopes in precipitation. *Tellus*, **16**: 436-468.
- Higgins, P. and MacFadden, B.J. 2004. "Amount Effect" recorded in oxygen isotopes of Late Glacial horse (Equus) and bison (Bison) teeth from the Sonoran and Chihuahuan deserts, southwestern United States. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **206**: 337-353.
- Johnels, A.G. 1954. Notes on fishes from the Gambia River. *Arkiv för Zoologi*, **6**(17): 327-411.
- López-Martínez, N.; Ardévol, L.; Arribas, M.E.; Civis, J. and González-Delgado, J.A. 1998. The geological record in continental environments around the K/T boundary (Trempe Formation, Spain). *Bulletin de la Société Géologique de France, Paris*, **169**(1): 11-20.
- López-Martínez, N.; Fernández-Marrón, M.T. and Valle, M.F. The succession of Vertebrates and Plants across the Cretaceous-Tertiary boundary in the Trempe Formation, Ager valley (South-central Pyrenees, Spain). *Geobios*, **32**(4): 617-627.
- Lowe-McConnell, R.H. 1964. The fishes of the Rupununi Savana district of British Guiana, South America. Part 1. Ecological groupings of fish species and effects of the seasonal cycle on the fish. *Journal of the Linnean Society (Zoology)*, **45**(304): 103-144.
- Mayr, C.; Thümler, B.; Windmaier, G.; Altenbach, A.V.; Köhler, H. and Tiedemann, R. 1999. New data about the Maastrichtian/Danian transition in the southern Pyrenees (Ager Basin, Catalonia, Spain). *Revista Española de Micropaleontología*, **31**(3): 357-368.

Wolfe, J.A. and Upchurch, G.R.Jr. 1987. North American non-marine climates and vegetation during the Late Cretaceous: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **61**: 33-77.